Attenzione: raggio laser

Questa pubblicazione fornisce informazioni sulle caratteristiche dei raggi laser e sui pericoli che comportano, sui requisiti di sicurezza e di tutela della salute per le apparecchiature laser, nonché sugli obblighi degli utilizzatori e di chi mette in commercio tali apparecchi.

Questa pubblicazione vi aiuta ad addentrarvi in una materia tanto complessa come quella della sicurezza laser. Può darsi che quanto descritto in maniera semplificata non sempre riproduca fedelmente le situazioni riscontrate nella pratica quotidiana. In caso di dubbio sono vincolanti le prescrizioni di sicurezza originali riportate al punto 9. Se riscontrate delle incongruenze, siete pregati di segnalarle all'autore.

Suva
Sicurezza sul lavoro
Casella postale, 6002 Lucerna

Informazioni
Tel. 041 419 61 33

Ordinazioni
www.suva.ch/waswo-i
Fax 041 419 59 17
Tel. 041 419 58 51

Attenzione: raggio laser
Opuscolo informativo sui laser

Autore
Bruno J. Müller, Settore fisica

1ª edizione: aprile 1992
Nuova edizione – giugno 2008
10ª edizione – marzo 2010

Codice
66049.i

Il modello Suva

- La Suva è più che un'assicurazione perché coniuga prevenzione, assicurazione e riabilitazione.
- La Suva è gestita dalle parti sociali: i rappresentanti dei datori di lavoro, dei lavoratori e della Confederazione siedono nel Consiglio d'amministrazione. Questa composizione paritetica permette di trovare soluzioni condivise ed efficaci.
- Gli utili della Suva ritornano agli assicurati sotto forma di riduzioni di premio.
- La Suva si autofinanzia e non gode di sussidi.

Principi generali

Chi mette in commercio installazioni laser è tenuto per legge a segnalare agli utilizzatori tutti i pericoli derivanti dall'uso dei loro prodotti.
L'utilizzatore ha l'obbligo di consultare attentamente il manuale d'uso e le regole di sicurezza, forniti assieme all'apparecchio, prima di metterlo in funzione.

Le disposizioni in materia di sicurezza sul lavoro obbligano le aziende ad adottare tutte le misure necessarie al fine di garantire la sicurezza e la tutela della salute dei lavoratori, di documentarle e di verificarne periodicamente il rispetto.

Sommario

1 Pericolo

1.1 Potenziale di pericolo delle classi laser

Il concetto di laser non basta a descrivere il pericolo rappresentato da un dispositivo che emette radiazioni elettromagnetiche coerenti. Il potenziale di rischio può variare di molto secondo l'apparecchio e le condizioni d'uso. Per questo motivo la norma internazionale raccomanda che ogni sistema laser sia attribuito ad una specifica classe, in modo che il potenziale di pericolo sia immediatamente chiaro a tutti. Il rischio aumenta con l'aumentare della classe.

Classe 1	innocuo in esercizio normale[1]	nessuna misura necessaria
Classe 1M	innocuo senza strumenti ottici	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 2	innocuo se l'esposizione è momentanea	non osservare direttamente il raggio laser; non direzionare il laser sul volto
Classe 2M	senza strumenti ottici: come classe 2	avvertire le persone che utilizzano strumenti ottici
Classe 3A	eliminata	trattare come la classe 1M o 2M
Classe 3R	limitatamente pericoloso	lasciar utilizzare solo da personale qualificato
Classe 3B[2]	raggio diretto pericoloso per gli occhi; radiazione diffusa non pericolosa	designare l'addetto alla sicurezza laser; delimitare la zona di utilizzazione con misure architettoniche; controllare gli accessi; dichiarare la presenza di laser all'entrata; lasciar utilizzare solo da personale qualificato; indossare eventualmente occhiali di protezione
Classe 4[2]	raggio pericoloso per occhi e pelle; radiazione diffusa ev. pericolosa per gli occhi; pericolo di incendio	stesse precauzioni che per la classe 3B; utilizzare i DPI (dispositivi di protezione individuali) necessari

1.2 Potenziale di pericolo delle reti a fibre ottiche

In condizioni normali di funzionamento i sistemi di comunicazione a fibre ottiche sono sistemi chiusi, ovvero laser di classe 1. A causa della grande estensione del sistema, i componenti non vengono attribuiti alla classe 1 secondo la norma EN 60825-2. Essi sono classificati con uno dei seguenti livelli di rischio, a dipendenza della pericolosità delle radiazioni emesse nel momento in cui si stacca un connettore o si trancia un cavo:

Livello di rischio 1	del tutto innocuo, anche in caso di fibre aperte
Livello di rischio 1M	in caso di fibre aperte come classe 1M
Livello di rischio 2	in caso di fibre aperte come classe 2
Livello di rischio 2M	in caso di fibre aperte come classe 2M
Livello di rischio 3R	in caso di fibre aperte come classe 3R
Livello di rischio 3B	in caso di fibre aperte come classe 3B, quindi pericoloso
Livello di rischio 4	in caso di fibre aperte come classe 4, quindi pericoloso

Per ulteriori informazioni vedi il punto 4.8.

[1] In condizioni normali i laser di classe 1 devono essere sicuri anche **senza** particolari istruzioni. Se la sicurezza dipende dalle istruzioni impartite, la non pericolosità dell'apparecchio deve essere indicata non con la classe 1, ma con una dichiarazione del tipo: «Nessun pericolo laser nella zona contrassegnata».

[2] Il laser deve essere dotato di un interruttore a chiave e di una presa per il collegamento di un circuito di sicurezza esterno. Se questo collegamento manca, l'apparecchio non deve emettere alcun fascio laser.

2 Norma internazionale sui laser

Come tutte le apparecchiature tecniche, anche i laser devono rispettare gli obbiettivi di sicurezza stabiliti nelle leggi nazionali in materia di sicurezza. In materia di laser la norma vincolante a livello internazionale è la IEC 60825-1 (con successive modifiche). La versione attuale in italiano porta la denominazione EN 60825-1:2003 e il titolo: «Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore». Costantemente vengono pubblicate norme aggiuntive (parte 1, parte 2, parte 3, parte 4, ecc). Dal febbraio 2004 è uscita la direttiva per gli utilizzatori (capitolo 3) nella norma IEC 60825-14, disponibile però solo in lingua inglese. Per i sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche, le prescrizioni di sicurezza sono contenute nella norma EN 60825-2 «Sicurezza degli apparecchi laser. Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche (OFCS)».

Il capitolo 9 riporta un elenco delle disposizioni di sicurezza nazionali e delle norme internazionali.

Nota: all'inizio di maggio 2007 è stata pubblicata la versione aggiornata della norma, vale dire la IEC 60825-1:2007 «Safety of laser products – Part 1: Classification and requirements».

3 Obblighi di chi mette in commercio apparecchi laser

Dato che molti prodotti vengono fabbricati all'estero oppure arrivano sul mercato come merce di seconda mano, non sono più i fabbricanti ma coloro che li mettono in commercio ad avere l'obbligo di rispettare le prescrizioni di sicurezza nazionali. In questa categoria sono compresi i fabbricanti, gli importatori, i commercianti, i fornitori, i venditori, i noleggiatori o gli stessi utilizzatori se effettuano l'importazione diretta dell'apparecchio laser.

Gli apparecchi laser nascondono spesso pericoli insoliti e non percepibili. Gli utilizzatori si aspettano che colui che mette in commercio il prodotto li informi sui pericoli e che dichiari esplicitamente le situazioni senza pericolo. La legge stabilisce l'obbligo di dichiarazione per coloro che mettono in commercio il prodotto.

3.1 Classificazione

Obbligo di classificazione: chi mette in circolazione apparecchiature laser può consegnare il prodotto all'utilizzatore solo dopo averlo attribuito ad una delle sette classi definite nella norma sui laser (in caso contrario l'utilizzatore dovrebbe rispettare le regole severe della classe 4). Quest'obbligo viene meno se il prodotto è un modulo che può funzionare solo se viene integrato in un impianto.

A seconda del materiale attivo e della sorgente di pompaggio (vedi ca. 7) il laser può emettere in modo continuo (= cw = continuous wave, vale a dire: durata di emissione > 0.25 s), in modo pulsato o pulsato ripetitivamente, oppure emana la sua energia sotto forma di un unico impulso gigante. Questi parametri sono determinanti per classificare i sistemi laser. La guida per classificare le apparecchiature laser è una parte essenziale della norma EN 60825-1. Si raccomanda di consultare anche la letteratura in materia, per esempio la pubblicazione «Laser Safety« di Roy Henderson e Karl Schulmeister (edizioni Taylor & Francis, solo in inglese).

Valori limite di riferimento per la classe 1

Con l'ausilio della tabella 1 riportata nella norma sui laser e dei diametri dei diaframmi di misura prescritti per le diverse lunghezze d'onda è possibile ricavare i seguenti valori limite. In questo modo è possibile valutare i laser che emettono un fascio parallelo in emissione continua. Il tempo di irraggiamento da considerare per l'emissione continua è di 30 000 s nel campo UV e di 100 s nei restanti campi. Per poter rimanere nella classe 1 mantenendo la maggior potenza possibile, bisogna calcolare il limite di emissione accessibile (LEA) tenendo conto dei parametri del laser valutato.
Nota: la potenza del raggio laser può essere superiore al valore indicato nella tabella se il diametro del fascio supera quello del diaframma prescritto.

UV (315–400 nm)	7.9 µW
violetto–blu (400–450 nm)	40 µW
verde–giallo–rosso (500–700 nm)	0.4 mW
810 nm	0.6 mW ad es. diodi laser di alta potenza
1064 nm	2.1 mW ad es. Nd: YAG
1380 nm	16 mW ad es. trasmissione di dati tramite fibra
1400–4000 nm	10 mW (potenza inferiore, a causa della diversa apertura prescritta
4000 nm–1 mm	80 mW ad es. laser CO_2 (diametro del fascio: 1 cm)

I valori indicati sono contenuti nell'allegato D del testo di R. Henderson e K. Schulmeister. Per quanto riguarda la trasmissione di dati con reti a fibra ottica la potenza è indicata in dBm invece che in mW. 1mW = 0dBm.
La tabella D.1 della norma EN 60825-2 indica i valori limite in vigore dal 2001 per i gradi di pericolo da 1 a 3B.

In caso di misurazioni per la classificazione bisogna tener conto anche della norma IEC/TR 60825-13: 2006 (in inglese).

Laser di classe 1 con raggio pericoloso

I laser possono essere attribuiti alla classe 1 anche se il loro raggio è pericoloso. In questo caso un involucro di protezione deve evitare che l'apparecchio, in condizioni d'uso normali, emetta e renda accessibili raggi pericolosi, ossia radiazioni superiori al valore limite imposto per la classe 1 (vedi anche nota 1 a pag. 6).

3.2 Etichettatura

Colui che mette in commercio l'apparecchiatura laser può consegnare il prodotto all'utilizzatore solo dopo averlo etichettato in base alle indicazioni della norma sui laser. L'etichettatura comprende come minimo:

- un segnale di pericolo (non prescritto per la classe 1);
- l'indicazione della classe, con dicitura di avvertimento (a partire dalla classe 1M);
- la targhetta di identificazione;
- la targhetta del tipo;

Segnale di pericolo

sfondo giallo

Targhetta di classificazione

sfondo giallo secondo la norma sui laser, neutro secondo la norma EN 613310-1: 1995

Dati tecnici del laser

Dati del laser EN 60825-1:2001

materiale attivo	He-Ne
lunghezza d'onda	633 nm
durata d'emissione	cw
potenza di radiazione	1mW
energia di radiazione	–

sfondo giallo secondo la norma sui laser, neutro secondo la norma EN 613310-1: 1995

Targhetta del tipo

sfondo neutro

Esempio di un'etichettatura

Sulla targhetta dei dati tecnici devono figurare le lunghezze d'onda e i dati di emissione, nonché l'indicazione della norma EN 60825-1: 2003. Sulla targhetta del tipo devono invece figurare tutti i dati necessari ad identificare in maniera univoca l'apparecchio laser, ossia il nome del costruttore e del distributore, il tipo di apparecchio, il numero di serie, ecc.

Indicazioni aggiuntive
A partire dalla classe 2 bisogna indicare l'orificio di uscita del raggio. A partire dalla classe 3R, in prossimità di ogni orificio bisogna apporre una targhetta aggiuntiva con la seguente dicitura:

- Orificio di uscita di un raggio laser (ovvero di un raggio laser invisibile)

  oppure
- Evitare l'irradiazione. Emissione di radiazione laser (ovvero di radiazione laser invisibile)

Parti amovibili
Bisogna applicare una segnale di pericolo e una targhetta con l'indicazione della classe laser e con la corrispondente dicitura di avvertimento su ogni parte dell'involucro di protezione che, se rimossa o modificata, consente l'esposizione a radiazioni laser superiori alla classe 1.

Esempio:
Attenzione: radiazione laser di classe 4 in caso di apertura. Evitare di esporre gli occhi e la pelle alle radiazioni dirette o diffuse.
Per ogni classe utilizzare la corrispondente dicitura di avvertimento.

Radiazione laser invisibile
La radiazione laser invisibile deve essere indicata esplicitamente sulla targhetta di avvertimento. In caso di emissione contemporanea di radiazione laser visibile e invisibile, la targhetta deve indicare entrambi i tipi.

Radiazione laser visibile
In caso di radiazione laser visibile la dicitura «radiazione laser» può essere modificata in «luce laser».

Nota: gli avvertimenti e i simboli indicati a pagina 8 possono essere raggruppati (tutti o in parte) sulla stessa targhetta.

Per ulteriori informazioni sull'etichettatura consultare la norma EN 60825-1[3]. L'obbligo di classificazione ed etichettatura viene meno per quei componenti che funzionano solo se integrati in un sistema.

3.3 Dichiarazione di conformità

Chi mette in commercio apparecchiature laser deve fornire assieme ad ogni prodotto una dichiarazione di conformità[4]. Tale dichiarazione deve attestare che il sistema laser soddisfa i requisiti essenziali di sicurezza e tutela della salute imposti per questo tipo di apparecchiatura (art. 6 OPEBT[5] e art. 7 OSIT[6]).

Per altre informazioni consultare le pubblicazioni Suva 66084 e 88031.

Nota: per i prodotti che non rientrano nelle normative sopra indicate si applicano le disposizioni generali sulla sicurezza dei prodotti.

[3] I dati tecnici dei laser devono essere sempre riportati nelle istruzioni per l'uso. A partire dalla classe 2 questi dati devono figurare anche sull'apparecchio stesso. Per laser di piccole dimensioni è permesso allegare la segnaletica alla documentazione destinata all'utilizzatore oppure applicarla sull'imballaggio. Alcuni segnali di sicurezza relativi ai laser possono essere anche ordinati presso la Suva (pubblicazione «Segnali di sicurezza», codice 88101).

[4] Nella dichiarazione di conformità devono essere indicate tutte le norme rispettate nella fabbricazione del prodotto. Se viene citata la norma sui laser EN 60825-1, si deve presumere che il prodotto sia stato attribuito ad una delle 7 possibili classi di laser. Su richiesta, la persona che mette in commercio l'apparecchio laser deve poter fornire una descrizione dettagliata dei criteri che hanno determinato la classificazione.

[5] OPEBT = Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione, RS 734.26

[6] OSIT = Ordinanza sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici, RS 819.11

3.4 Certificati e marcatura CE

I sistemi laser possono essere certificati e dotati della marcatura CE da chi li mette in commercio. La certificazione da parte di un ente esterno accreditato, pur essendo facoltativa, ha il vantaggio di fruire di una maggiore credibilità. Questo aspetto potrebbe essere importante, per esempio nel caso di importazioni dirette.

3.5 Istruzioni per l'uso

Chi mette in commercio installazioni e apparecchi tecnici potenzialmente pericolosi, come nel caso dei laser, deve fornire un manuale d'uso che indichi chiaramente l'uso conforme del prodotto. Se il laser è di elevata potenza, è utile indicare nelle istruzioni le possibilità d'impiego non conformi o vietate. Se sono necessarie particolari precauzioni nell'uso e nel montaggio, queste devono essere specificate nel manuale.
Il manuale d'uso deve contenere le istruzioni per l'impiego e le avvertenze relative alla sicurezza, nonché, a seconda della complessità dell'apparecchiatura, le istruzioni sulla corretta installazione e manutenzione dell'apparecchio.

Nota: bisogna evitare qualsiasi tipo di avvertimento vago, in particolare quelli che il lettore non può capire a causa della mancanza di conoscenze specifiche.

3.6 Macchine con sistemi laser integrati

Le macchine per la produzione industriale devono soddisfare in primo luogo i requisiti essenziali di sicurezza e tutela della salute indicati nelle leggi e nelle ordinanze nazionali. Segnatamente trattasi di:

- Legge federale sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (LSIT) e relativa Ordinanza (OSIT);
- Ordinanza sulla corrente forte;
- Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (OPEBT);
- Ordinanza sulle procedure di valutazione della conformità delle installazioni e degli apparecchi tecnici;
- Ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica (OCEM).

L'elenco non è esaustivo. Gli articoli 3 e 4 della LSIT specificano che per soddisfare gli obiettivi di sicurezza bisogna applicare le relative norme nazionali e internazionali. Nel caso delle macchine trattasi di:

- Direttiva Macchine 98/37/CE (dal 29.12.2009 si applicherà la 2006/42/CE);
- La norma EN 11553 – 1 Sicurezza del macchinario – Macchine laser (nel caso di macchine con sistemi laser integrati).

Chi mette in commercio l'apparecchio è tenuto a conformarsi allo stato della tecnica. Questo significa che deve tenersi costantemente aggiornato e conoscere le norme specifiche determinanti per il suo prodotto.

3.7 Ordinanza relativa ai dispositivi medici (ODmed)

Gli apparecchi laser utilizzati per interventi medici sull'uomo devono soddisfare i requisiti dell'Ordinanza relativa ai dispositivi medici (ODmed) e della Direttiva europea in materia di dispositivi medici 93/42/CEE.

4 Obblighi dell'utilizzatore

Prima di mettere in servizio l'apparecchio, l'utilizzatore deve leggere attentamente il manuale d'uso e osservare le prescrizioni di sicurezza stabilite da chi ha messo in commercio il prodotto.

Per i laser di classe 1 la sicurezza deve essere garantita da chi mette in commercio il prodotto. Con i laser di classe 3B e 4 è l'utilizzatore che deve occuparsi della loro sicurezza. Esso può dotare il laser di un involucro di protezione in modo che l'apparecchio soddisfi le condizioni della classe 1. Se questo non è possibile a causa del processo di lavorazione, il laser deve essere impiegato in un'area sorvegliata con accesso controllato. Una valutazione dei rischi permette di chiarire in quali casi possono esserci dei pericoli e quali dispositivi di protezione devono usare le persone presenti per non subire danni. Per altre informazioni su questo argomento consultare l'allegato 3 «Requisiti di un laboratorio laser».

Nota: le disposizioni generali in materia di sicurezza obbligano l'utilizzatore di un'apparecchiatura laser e il datore di lavoro ad adottare tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza e la tutela della salute sul posto di lavoro, a documentare tali misure e a verificarne periodicamente il rispetto. La norma sui laser descrive gli obiettivi da perseguire per garantire la sicurezza degli utenti. Le basi giuridiche sono fornite dalla Legge federale sull'assicurazione contro gli infortuni (LAINF) e dall'Ordinanza sulla prevenzione degli infortuni e delle malattie professionali (OPI). Un'altra condizione è il rispetto dei valori limite d'esposizione sul posto di lavoro in base all'elenco delle concentrazioni massime pubblicato annualmente dalla Suva (pubblicazione no. 1903). Vedi anche il punto 4.4 di questo opuscolo.

Modifiche: l'utilizzatore che modifica un'apparecchiatura laser sottostà agli stessi obblighi di colui che mette in commercio l'apparecchiatura (vedi punto 3).

4.1 Misure di sicurezza secondo la classe di appartenenza

Quando si utilizza un apparecchio laser bisogna adottare le seguenti misure di sicurezza:

Classe 1

- Nessuna prescrizione;
  (attenzione: la norma sui laser consente l'esercizio particolare in condizioni pericolose, senza modifica della classe! Vedi a questo proposito la nota 1 a pag. 6)

Classe 1M

- Mettere in guardia le persone che potrebbero usare ottiche di osservazione (lenti d'ingrandimento, microscopi, cannocchiali).

Classe 2

- Non osservare direttamente il raggio laser;
- Non dirigere il raggio verso le persone.

Classe 2M

- Non osservare direttamente il raggio laser;
- Non dirigere il raggio verso le persone;
- Mettere in guardia le persone che potrebbero usare ottiche di osservazione (binocoli, livelli ottici, teodoliti).

Classe 3R

- Utilizzare solo in casi giustificati;
- Consentire l'uso solo a personale qualificato e con specifica formazione. Il tragitto del fascio non deve passare all'altezza degli occhi di persone in piedi o sedute. Bisogna impedire l'accesso all'apparecchiatura alle persone non autorizzate.

Classe 3A

- radiazione invisibile: vedi classe 1M;
- radiazione visibile: vedi classe 2M;

Se il raggio non è allargato, si applicano le regole valide per la classe 3R; ciò significa che l'uso non giustificato di puntatori laser >1mW deve essere evitato.

Classe 3B e classe 4

I laser di classe 3B e 4 possono essere usati solo all'interno di una zona laser confinata e sorvegliata; l'utilizzatore deve fare in modo che nessuno venga esposto a radiazione non consentita e adottare i necessari provvedimenti; l'accesso alla zona laser deve essere controllato.
Per maggiori informazioni consultare l'allegato «Requisiti di un laboratorio laser» e la nota 2 a pag. 6.

4.2 Regole di sicurezza

L'addetto all'interruttore di comando dell'apparecchiatura deve attivare il raggio laser solo dopo essersi assicurato che tutti i presenti indossano l'equipaggiamento di protezione appropriato e che nessuna persona non autorizzata possa entrare accidentalmente nella zona laser.

4.3 Formazione

Prima di iniziare l'attività, le persone che lavorano con i laser di classe 3R, 3B e 4 devono essere informate sui rischi legati all'utilizzo di tali apparecchi e sul comportamento corretto da adottare.

Si raccomanda di farsi rilasciare da queste persone una conferma scritta dell'avvenuta formazione. Le istruzioni di lavoro più importanti devono essere affisse in forma succinta sul posto di lavoro.

La formazione degli addetti ai lavori comprende i seguenti argomenti:

- effetti dei raggi laser su occhi e pelle;
- rischi ed effetti collaterali, ad es. sostanze tossiche, incendi, esplosioni;
- norme comportamentali e istruzioni di lavoro;
- misure e dispositivi di protezione;
- uso dei dispositivi di protezione;
- controllo delle misure tecniche e dei dispositivi di protezione;
- comportamento in caso di guasto.

La formazione va ripetuta periodicamente.

4.4 Addetto alla sicurezza laser

L'impiego di un **addetto alla sicurezza laser** (*laser officer*), raccomandato dalla norma sui laser, è obbligatorio ai sensi delle disposizioni generali in materia di sicurezza sul lavoro (prova di un'organizzazione della sicurezza in caso di pericoli particolari, direttiva CFSL n. 6508). La designazione di un addetto alla sicurezza laser e i suoi doveri devono essere messi per scritto dalla direzione aziendale.

4.5 Formazione dell'addetto alla sicurezza laser

L'addetto alla sicurezza laser deve possedere le conoscenze necessarie per assolvere al meglio il proprio compito. Nessuna legge prescrive come debba procurarsi tali conoscenze. Chi mette in commercio sistemi laser organizza spesso corsi mirati al tipo di apparecchiatura venduta. A causa della responsabilità per danno da prodotti questi corsi possono diventare obbligatori e parte integrante del contratto di acquisto. Il seminario annuale sulle radiazioni non ionizzanti organizzato dalla Suva prevede anche una parte dedicata alla sicurezza dei sistemi laser, che dà una panoramica su questo ampio tema (non si tratta però di un corso per addetti alla sicurezza laser).

4.6 Obbligo di notifica

Per le apparecchiature laser di classe 3B e 4 utilizzate all'interno di stabilimenti industriali e artigianali, negli istituti di ricerca e sviluppo, nelle scuole, negli ambulatori medici o negli ospedali **non** esiste alcun obbligo di notifica.

4.7 Macchine laser in capannoni aperti

Le apparecchiature laser utilizzate nella produzione industriale in capannoni aperti non devono rappresentare un pericolo né in esercizio normale né in quello particolare. Tali apparecchiature devono essere munite di un involucro di protezione. Il fascio laser si deve arrestare quando si apre l'involucro. L'osservazione del processo di lavorazione è consentita solo utilizzando un filtro di protezione incorporato. Per maggiori informazioni sui filtri di protezione consultare la norma EN 207, i cataloghi dei produttori di occhiali di protezione antilaser e il punto 5.4 della presente pubblicazione.

Se per motivi tecnici non è possibile realizzare un involucro continuo (laser di classe 1), bisogna per lo meno schermare le zone accessibili alle persone. Lo stesso pezzo in lavorazione e parti della macchina possono servire da schermo, impedendo la visione diretta del campo di lavorazione e la fuoriuscita di raggi riflessi (ciò può essere controllato, per lunghezze d'onda fra 700 e 1400 nm, usando una camera a raggi infrarossi e un filtro a interferenza). Contrariamente a quanto indica la norma, queste macchine vanno etichettate come «Impianto laser – Zone pericolose segnalate!», senza apporre il segnale di pericolo laser (ciò evita di svalorizzare l'avvertimento «laser di classe 4», da riservare per aree di lavoro accessibili solo a personale autorizzato e dotato di equipaggiamento protettivo). Le protezioni che si possono rimuovere senza l'aiuto di utensili devono essere collegate al sistema di sorveglianza della macchina.

Se la macchina non può essere incapsulata, deve essere usata in un'area ad accesso controllato. Le persone presenti devono portare occhiali di protezione correttamente dimensionati. Le finestre devono essere coperte con materiale adeguato (l'autocertificazione è consentita).

Il meccanismo di chiusura delle schermature mobili (ad es. tende a lamelle in PVC) deve essere connesso al sistema di sorveglianza. Per maggiori informazioni consultare il punto 5.4 «Protettori oculari durante la lavorazione di materiali» e l'allegato 3 «Requisiti di un laboratorio laser».

4.8 Trasmissione di dati con cavi in fibra ottica

Piano di sicurezza: il fornitore della centrale di rete è responsabile del piano di sicurezza e come tale deve consegnare all'utente le disposizioni vigenti in materia di sicurezza. Se singole linee vengono usate in locazione, l'utente deve richiedere al locatario i dati sui laser. Solo con questi dati l'utente di rete è in grado di creare un regolamento interno per il personale che maneggia i cavi e le installazioni, con l'obiettivo di impedire irradiazioni non consentite.

Raccomandazioni per la stesura di un regolamento interno:

- elencare tutte le possibili situazioni di pericolo sia in condizioni normali (l'impianto viene utilizzato secondo lo scopo previsto) sia in condizioni particolari (installazione, riparazione), tenendo conto anche dei guasti (ad es. danni provocati da una scavatrice);
- per tutte le situazioni di pericolo individuate, eseguire una valutazione del rischio in base alla procedura descritta nella pubblicazione Suva 66037 (vedi anche allegato 2);
- elaborare e documentare le misure di prevenzione in funzione delle situazioni di pericolo riscontrate;
- emanare un regolamento interno, imporre il suo rispetto e verificarlo periodicamente.

Nell'uso di reti cablate si distinguono le seguenti situazioni tipiche:

- luogo pubblico, ad es. uffico con collegamento PC oppure salotto domestico

con allacciamento alla rete via cavo: grado di pericolo tollerato fino a 1M;
- area con accessibilità ristretta (ad es. solo il custode): grado di pericolo tollerato fino a 3R;
- area confinata accessibile solo al personale di servizio autorizzato: nessun limite al grado di pericolo.

Cavi: i cavi devono essere identificabili; ulteriori dettagli sono oggetto del piano di sicurezza.

Connettori: la norma non prescrive l'uso di connettori particolari, per esempio con cappuccio di protezione; spetta al fornitore della centrale decidere quale tipo di connettore vuole utilizzare.

Disinserimento automatico: questo aspetto deve figurare nel piano di sicurezza.

Attrezzi ottici: bisogna stabilire regole chiare e marcare univocamente gli attrezzi ottici, in modo da evitare confusioni.

4.9 Spettacoli con raggi laser

Le condizioni per l'uso di raggi laser in spettacoli sono contenute nell'«Ordinanza concernente la protezione del pubblico delle manifestazioni dagli effetti nocivi degli stimoli sonori e dei raggi laser» (Ordinanza sugli stimoli sonori ed i raggi laser). Referenza: vedi il punto 9. L'uso di apparecchiature laser durante le manifestazioni deve essere comunicato in anticipo all'ufficio competente dell'autorità cantonale, che solitamente fornisce un apposito modulo. L'ufficio competente può variare secondo il Cantone, ad es. dipartimento della salute, dipartimento dell'ambiente, polizia cantonale ecc.

4.10 Impiego di laser all'aperto

Se le emissioni di laser di classe 3B e 4 toccano lo spazio aereo, bisogna prima chiedere l'autorizzazione al servizio di sicurezza aerea. L'uso dei laser di classe 3R, 3B e 4 nelle operazioni militari è regolamentato da armasuisse.

4.11 Esperimenti laser dimostrativi

Bisogna rispettare le seguenti regole:

- evitare, se possibile, l'uso di laser di classe 3B e 4;
- provare l'esperimento fin nei minimi dettagli senza la presenza di spettatori;
- impedire che gli strumenti ottici utilizzati nell'esperimento vengano spostati accidentalmente;
- usare adeguate barriere di protezione per tenere lontani gli spettatori dagli strumenti ottici, sia prima che durante la dimostrazione;
- non effettuare correzioni o messe a punto non previste in presenza di spettatori; non cercare di rimediare ad esperimenti non riusciti in presenza del pubblico;
- il fascio laser deve essere attivato solo se la sicurezza dei presenti è garantita.

4.12 Apparecchiature laser a scopi privati

Per l'uso privato di installazioni laser bisogna osservare le indicazioni dell'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP), divisione radioprotezione, dell'Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni (upi), nonché delle autorità sanitarie cantonali. L'UFSP ha pubblicato un opuscolo sull'uso improprio dei puntatori laser. Dal momento che per privati è difficile delimitare e sorvegliare una zona laser e che non si può escludere il rischio che bambini possano giocare con laser pericolosi, è vietata la vendita di laser di classe 3A (pericolo di errata classificazione), 3B e 4 a privati per scopi di intrattenimento (vedi indicazioni dell'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte). Eccezione: vedi punto 3.1.

4.13 Applicazioni sull'uomo

Tutte le norme di sicurezza citate valgono a proteggere le persone da irradiazioni laser accidentali. Di regola, gli interventi medici

5 Occhiali di protezione

sul corpo umano devono essere effettuati esclusivamente da un medico o sotto la sorveglianza di un medico. Sta all'autorità sanitaria cantonale stabilire se alcuni tipi di applicazioni laser (soft laser di classe 1 fino a 3R o mid laser di classse 3B) possono essere utilizzati da personale non medico (studi estetici e privati). A tale proposito, nel 2004 Swissmedic ha pubblicato un'informativa dal titolo «Utilisation de lasers de forte puissance à des fins médicales et cosmétiques» (disponibile anche in tedesco).

Quando si utilizzano sistemi laser di classe 3R a radiazione invisibile e di classe 3B e 4 a radiazione visibile o invisibile, tutte le persone presenti devono indossare obbligatoriamente adeguati occhiali di protezione. Gli occhiali di protezione laser e i filtri devono essere dimensionati per proteggere la vista dal fascio principale anche se vengono utilizzati solo per la radiazione diffusa. Un protettore oculare delle giuste dimensioni attenua il raggio laser riportandolo come minimo entro il valore d'esposizione massimo permesso (EMP) per l'irradiazione diretta della cornea (vedi tabella 6 della norma sui laser).

La norma EN 207 comprende una guida per dimensionare correttamente occhiali e filtri di protezione. I fabbricanti di occhiali di protezione offrono di solito un servizio di dimensionamento.

5.1 Per ogni laser l'occhiale giusto

Gli occhiali di protezione contro le radiazioni laser non sono universali e devono essere utilizzati solo per quei tipi di laser per i quali sono stati concepiti (campo di lunghezza d'onda; tipo d'uso: cw, a impulsi, a impulsi giganti, ecc.).

Per regolare gli apparecchi laser di classe 3B e 4 con radiazione visibile si usano, invece degli occhiali di protezione, appositi occhiali per regolazione laser.

5.2 Etichettatura degli occhiali di protezione

Secondo la norma EN 207 (EN 208 per gli occhiali di regolazione laser) l'etichettatura deve essere stampata sulla montatura degli occhiali. L'etichetta comprende le seguenti informazioni: nome del fabbricante, grado di protezione e condizioni di irraggiamento nelle quali il grado di protezione è garantito. Esempio: 633 D L5 Laservision (ovvero: lunghezza d'onda 633 nm, emissione continua, grado di protezione 5, ditta Laservision).

5.3 Esami oculistici

Non è necessario sottoporsi ad esami oculistici preventivi. Per i motivi, vedi l'allegato 5.

5.4 Protettori oculari durante la lavorazione di metalli

L'ottica di focalizzazione trasforma il fascio parallelo prodotto dalla sorgente laser in un fascio a forma di cono, che diverge rapidamente dopo il punto focale. In questo modo la distanza nominale di rischio oculare (DNRO) può essere «molto grande» o «poco estesa» o addirittura «vicina al punto di lavoro» a seconda della distanza focale dell'ottica di taglio. In casi rari, durante la penetrazione del fascio laser nel pezzo in lavorazione possono verificarsi riflessioni di eccezionale potenza. Nella norma sui laser questo fenomeno è definito radiazione laser vagante. Se il punto di lavorazione (plasma) è visibile direttamente, l'accesso alla zona di pericolo deve essere consentito solo a coloro che indossano adeguati occhiali di protezione laser.

I laser di elevata potenza (nell'ordine dei kW) sono estremamente pericolosi anche senza ottica di focalizzazione. La zona del fascio parallelo non deve quindi essere accessibile.

5.4.1 Radiazione diffusa: nella lavorazione dei materiali si può spesso verificare anche una radiazione diffusa che, a seconda della lunghezza d'onda, può essere pericolosa per gli occhi non adeguatamente protetti.

5.4.2 I laser a CO_2 emettono radiazioni nel campo dell'infrarosso lontano, ossia alla lunghezza d'onda di 10,6 µm. A questa lunghezza d'onda tutti i materiali solitamente trasparenti (come il cristallino) fungono da filtro di blocco. Di conseguenza l'effetto di focalizzazione del cristallino viene a mancare e la retina non subisce alcun danno.

In linea di massima, tutti gli occhiali e le pareti trasparenti garantiscono una protezione nei confronti della radiazione diffusa emessa dai laser a CO_2.

Attenzione: il raggio diretto o il raggio vagante di un laser di elevata potenza (nell'ordine dei kW) sono in grado di distruggere in breve tempo un occhiale normale, con emissione di schegge o frammenti incandescenti pericolosi. Anche gli occhiali di protezione specifici per raggi laser possono essere danneggiati dal fascio parallelo di un laser di svariati kW. Infatti la norma prescrive per il test un fascio del diametro di un millimetro mentre il diametro del fascio non focalizzato di un laser a CO_2 ha un diametro di circa un centimetro. Di conseguenza: il fascio parallelo di un laser di più kW non deve essere mai accessibile; durante la lavorazione di materiali deve sempre esserci uno schermo di protezione tra il punto di lavorazione e l'osservatore.

5.4.3 Laser Nd:YAG e diodi laser di alta potenza: contrariamente ai laser CO_2, la radiazione diffusa dei laser Nd:YAG (mezzo laser attivo: cristallo di ittrio e alluminio drogato con neodimio) e dei diodi laser ad alta potenza è particolarmente pericolosa per gli occhi. Questa radiazione diffusa invisibile, nel campo dell'infrarosso vicino, attraversa le lenti degli occhiali e il cristallino e si focalizza sulla retina. Se questi laser sono privi di schermatura totale, le persone presenti devono indossare occhiali protettori per raggi laser. Inoltre, l'accesso alla zona in cui il laser è operativo deve essere vietato al personale non autorizzato. Eventuali pareti, porte o finestre trasparenti devono essere ricoperte di materiale adeguato. Se la copertura consiste in una tenda mobile, il meccanismo di chiusura deve essere collegato al circuito di sicurezza del laser.
Il materiale impiegato è ritenuto idoneo solo se è stato testato in base alla norma EN 12254 e/o EN 60825-4. In mancanza di un certificato esterno, è possibile eseguire

l'autocertificazione. In questo caso è sufficiente verificare che il materiale sia idoneo nella situazione specifica. Materiali che soddisfano gli obbiettivi di sicurezza in una situazione specifica non devono essere impiegati per altre situazioni non conosciute. I materiali così testati (per esempio pellicole adesive o tende a lamelle in PVC) non devono essere ceduti ad altri utilizzatori.

5.4.4 Radiazione secondaria: un fascio laser di elevata potenza provoca in breve tempo temperature molto alte nel punto di lavorazione. Ciò causa in alcuni materiali un'intensa emissione di luce non coerente che può causare un forte abbagliamento e una riduzione temporanea della vista. Gli occhiali di protezione per raggi laser non proteggono da questo tipo di radiazione e quindi è necessario portare, oltre a questi, un occhiale antiabbagliamento del tipo usato per la saldatura.

6 Altri pericoli

L'uso di installazioni laser comporta spesso dei rischi più gravi di quelli dovuti al raggio laser stesso.

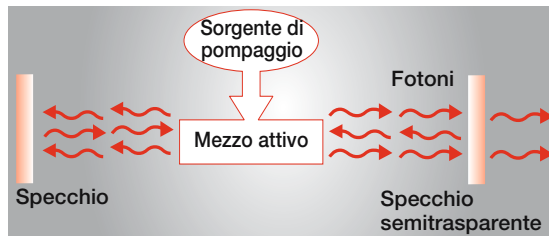
Alta tensione: tutti i laser, eccetto i diodi laser, lavorano in alta tensione. Interventi non appropriati possono avere conseguenze mortali.

Pericolo di incendio: i laser di potenza possono provocare un incendio.

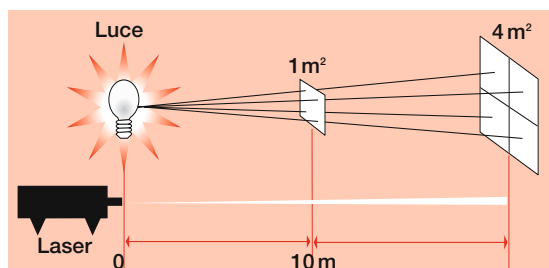
Vapori e fumi tossici: la lavorazione di materiali con apparecchiature laser può produrre vapori e fumi tossici contenenti sostanze in parte cancerogene. Le macchine di lavorazione con laser devono essere quindi equipaggiate con un adeguato sistema d'aspirazione. I valori limite tollerati sul posto di lavoro sono riportati nella pubblicazione Suva 1903, Valeurs limites d'exposition aux postes de travail (disponibile anche in tedesco).

7 Nozioni di base

7.1 Laser

Il termine laser indica internazionalmente un dispositivo che emette radiazioni elettromagnetiche coerenti e il cui funzionamento si basa sulla teoria dei quanti (elettronica quantistica), contrariamente ad altre sorgenti luminose, descrivibili con la fisica classica. Laser è l'acronimo di **l**ight **a**mplification by **s**timulated **e**mission of **r**adiation, ossia amplificazione della luce attraverso l'emissione stimolata di radiazione (ottica). Il principio del laser funziona con radiazioni visibili e con tutte le radiazioni ottiche (dall'ultravioletto fino all'infrarosso lontano).

Generazione di raggi laser.

7.2 Diffusione della luce

Le sorgenti di luce irraggiano normalmente in tutte le direzioni. La quantità di energia che investe un oggetto diminuisce con l'aumentare della distanza tra l'oggetto e la sorgente. La luce generata dal laser è invece diretta assialmente e concentrata già alla sua origine. Quando un raggio laser colpisce un oggetto, l'intera energia del raggio si concentra nel minuscolo punto d'impatto.

Diffusione della luce.

7.3 Qualità della luce laser

La luce laser è una luce di alta qualità in virtù della propria coerenza (coerenza = uniformità della lunghezza d'onda). Con una lente convergente si può concentrare il laser su un punto. Questo non è possibile con una fonte di luce normale, in quanto l'immagine della sorgente luminosa rimane anche nel punto focale.

7.4 Rischi particolari per gli occhi

Se un raggio laser[5] colpisce l'occhio, la luce, già fortemente concentrata, viene focalizzata dal cristallino sulla retina in modo puntiforme. Un laser di pochi millesimi di watt (alcuni mW) di potenza può quindi causare lesioni oculari, mentre una lampada da 100 watt risulta innocua. Le lesioni alla retina sono particolarmente gravi in quanto le cellule sensoriali distrutte non possono più rigenerarsi.

7.5 Raggi laser invisibili

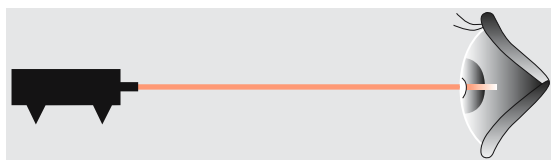
In molte applicazioni (lavorazione di materiali, trasmissione dati, medicina) si fa ricorso a radiazione laser invisibile nel campo dell'infrarosso. Particolarmente pericolosa è la radiazione laser nel campo compreso tra 700 e 1400 nm, che viene focalizzata dal cristallino sulla retina al pari di quella visibile. Siccome già deboli riflessioni (alcuni milliwatt) possono provocare lesioni irreversibili alla retina, questi tipi di laser vanno usati solo se opportunamente schermati. Se la schermatura non può essere realizzata, l'apparecchiatura laser deve essere utilizzata in una zona chiusa o confinata, con accesso controllato.

[5] La retina viene raggiunta solo dalle radiazioni ottiche visibili e da quelle nel campo dell'infrarosso vicino, ossia di lunghezza d'onda compresa tra 400 e 1400 nm.

8 Classe laser

8.1 Classe 1

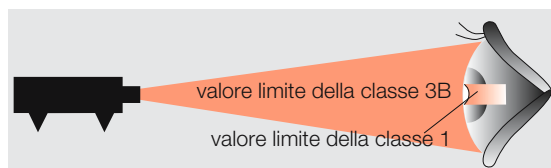
Nelle condizioni di funzionamento previste, i laser di classe 1 sono sicuri anche in caso di utilizzo di strumenti ottici. La radiazione laser accessibile ha un livello di potenza talmente basso da poter escludere effetti dannosi e, quando è pericolosa, è resa inaccessibile grazie alla costruzione dell'apparecchio, anche in caso di manipolazioni errate.

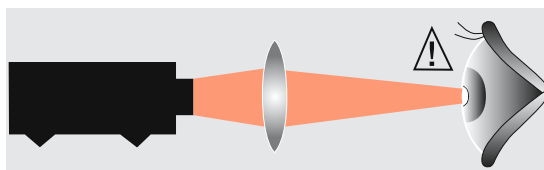
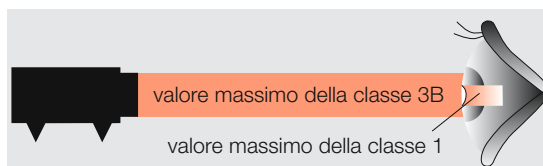
Classe 1 con raggio accessibile

L'intero raggio soddisfa le condizioni della classe 1.

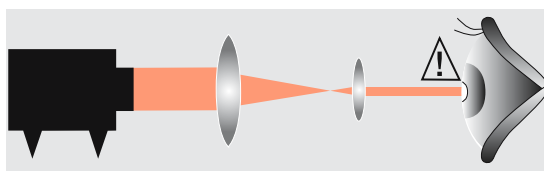
8.2 Classe 1M[8]

I laser di classe 1M emettono un raggio accessibile nelle lunghezze d'onda da 302,5 nm a 4000 nm, con traiettoria divergente o espansa.

Nota: l'immagine seguente è simbolica, le proporzioni non corrispondono necessariamente alla realtà.

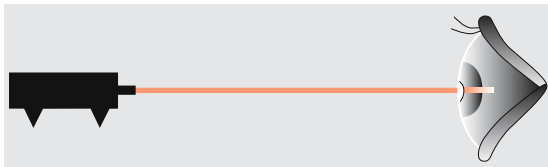
1M «divergente»

Per l'intero raggio è ammessa una potenza irradiata fino a 0,5 watt (= valore limite per la classe 3B). Nel campo di lunghezza d'onda da 400nm a 1400 nm il raggio viene limitato dalla pupilla. Di conseguenza, solo una parte del raggio, che non supera il valore limite della classe 1, raggiunge la cavità oculare. La pupilla rende quindi inoffensivo il raggio laser. Per le altre lunghezze d'onda: consultare la norma sui laser.

Attenzione: l'uso di lenti d'ingrandimento o di microscopi privi di filtro di protezione laser può danneggiare la vista.

1M «espanso»

Per l'intero raggio è ammessa una potenza irradiata fino a 0,5 watt (= valore limite per la classe 3B). Nel campo di lunghezza d'onda da 400nm a 1400 nm il raggio viene limitato dalla pupilla. Di conseguenza, solo una parte del raggio, che non supera il valore limite della classe 1, raggiunge la cavità oculare. La pupilla rende quindi inoffensivo il raggio laser. Per le altre lunghezze d'onda consultare la norma sui laser.

Attenzione: l'uso di un binocolo privo di filtro di protezione laser può danneggiare la vista.

8.3 Classe 2

I laser di classe 2 emettono solo nel campo visibile e in emissione continua hanno una potenza non superiore a 1 milliwatt. Uno sguardo diretto accidentale nel raggio laser produce un forte abbagliamento; questo tuttavia non causa danni, grazie al riflesso palpebrale, neppure se se si utilizzano strumenti ottici.
Nota: negli studi più recenti si è osservato che il riflesso palpebrale non è sempre efficace. Una ragione in più per evitare qualsiasi abbagliamento nell'uso dei laser.

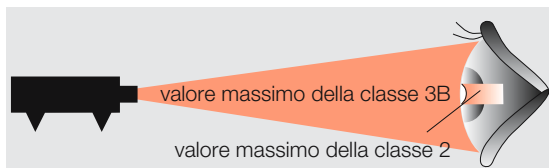
[8] M sta per «magnifying instruments».

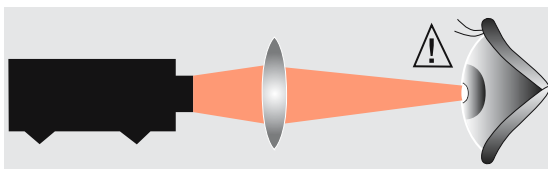
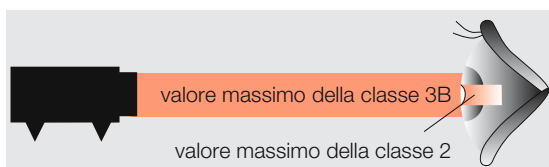
Classe 2 con raggio accessibile

L'intero raggio soddisfa le condizioni della classe 2.

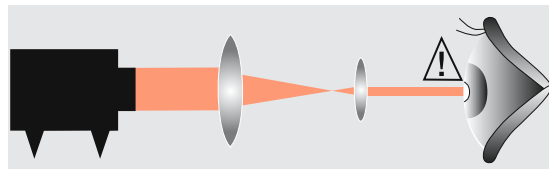
8.4 Classe 2M[8]

I laser di classe 2M emettono un raggio laser accessibile, che può essere sia divergente che espanso, nel campo di lunghezza d'onda visibile (400 nm–700 nm).

Nota: l'immagine seguente è simbolica, le proporzioni non corrispondono necessariamente alla realtà.

2M «divergente»

Per l'intero raggio è ammessa una potenza irradiata fino a 0,5 watt (= valore limite per la classe 3B).
Il raggio viene tuttavia limitato dalla pupilla in modo tale che la retina possa essere colpita al massimo da 1mW di potenza irradiata.

Attenzione: l'uso di lenti d'ingrandimento o di microscopi privi di filtro di protezione laser può danneggiare la vista.

2M «espanso»

Per l'intero raggio è ammessa una potenza irradiata fino a 0,5 watt (= valore limite per la classe 3B).
Il raggio viene tuttavia limitato dalla pupilla in modo tale che la retina possa essere colpita al massimo da 1mW di potenza irradiata.

Attenzione: l'uso di un binocolo privo di filtro di protezione laser può danneggiare la vista.

8.5 Classe 3A

Questa classe non è più ammessa per i laser messi recentemente in commercio.

Il fascio dei laser appartenenti a questa classe è intenzionalmente espanso[9], di solito in forma circolare o lineare, per mezzo di un'ottica o di uno scanner. I laser di classe 3A emettono al massimo 5 mW nel campo del visibile e al massimo 5 volte il valore limite di emissione accessibile per la classe 1 nel campo del non visibile. Se si guarda accidentalmente nel raggio, quest'ultimo viene limitato dalla pupilla. Nella gamma visibile, la parte della radiazione che può penetrare nell'occhio corrisponde a quella di un laser di classe 2, nella gamma invisibile, a quella di un laser di classe 1. Chi osserva accidentalmente il fascio laser senza strumenti ottici, ad es. un binocolo, non è esposto a radiazioni dannose.

Nota: i laser a buon mercato, dichiarati come appartenenti alla classe 3A, ma la cui radiazione non è espansa, sono stati probabilmente classificati in base alla norma americana per i fabbricanti di laser e non secondo la norma internazionale IEC 60825-1, (o EN 60825-1). Secondo quest'ultima si tratta di laser di classe 3R. Questa classe deve essere utilizzata unicamente in casi giustificati, da personale adeguatamente formato e qualificato. L'utilizzo in pubblico da parte di persone non esperte deve essere evitato. Vedi anche il punto 4.12.

[8] M sta per «magnifying instruments».
[9] Il diametro del raggio espanso deve essere superiore al diaframma limite definito nella norma sui laser. Quest'ultimo corrisponde, nell'intervallo di lunghezze d'onda comprese tra 400–1400 nm, ad una pupilla fittizia del diametro di 7 mm. Per ulteriori informazioni consultare la norma sui laser del 1997.

8.6 Classe 3R[10]

I laser di classe 3R possono emettere raggi di potenza fino a 5 mW (5 volte il limite di emissione per la classe 2) nel campo di lunghezza d'onda visibile (400–700 nm), e di potenza non superiore a 5 volte il limite di emissione per la classe 1 nel restante campo, senza che il raggio debba essere espanso. Rispetto alla classe 3B non c'è bisogno di un interruttore a chiave, di collegamenti per il circuito di sicurezza esterno e non c'è alcuna limitazione di accesso.

Attenzione: i laser di classe 3R possono danneggiare la retina dopo una breve esposizione anche senza l'uso di strumenti ottici. La targhetta di avvertimento deve portare l'avvertimento: «Evitare l'esposizione diretta degli occhi!».

8.7 Classe 3B[11]

I laser di classe 3B hanno una potenza massima di 0,5 watt in emissione continua. Il punto in cui il raggio laser incide su una parete non riflettente può essere osservato senza danni agli occhi se, stando alla norma sui laser, la distanza dal riflesso diffuso è superiore a 13 cm e il tempo di osservazione non supera i 10 secondi.

Attenzione: guardare direttamente nel fascio o nel riflesso di una superficie a specchio può causare danni agli occhi già dopo una breve esposizione. Il testo sulla targhetta di avvertimento deve recare le seguenti parole: «Evitare l'esposizione al raggio!»

8.8 Classe 4[11]

Tutti i laser che non soddisfano le condizioni delle classi 1, 1M, 2, 2M, 3R o 3B rientrano nella classe 4. Per i laser di classe 4 non esiste un limite superiore di potenza.

[10] R = relaxed = «classe 3B moderata», pericolo minore.

[11] Il laser deve essere dotato di un interruttore a chiave e di una presa per il collegamento di un circuito di sicurezza esterno. Se questo collegamento manca, l'apparecchio non deve emettere alcun fascio laser.

Attenzione: il raggio e le sue riflessioni costituiscono un grave pericolo sia per gli occhi che per la pelle. Prima di guardare in riflessi diffusi occorre accertarsi che non si superi l'esposizione massima permessa (EMP). Su determinati materiali questi laser possono generare sostanze nocive per la salute, provocare esplosioni o incendi. Il testo di avvertimento sull'adesivo deve recare le seguenti parole: «Evitare l'esposizione di occhi e pelle alla radiazione diretta o diffusa!».

9 Riferimenti bibliografici, indirizzi e informazioni

9.1 Riferimenti bibliografici

Nota: i testi indicati giustificano le affermazioni del presente opuscolo. L'elenco non è esaustivo, in quanto il numero delle disposizioni di sicurezza è in continuo aumento. Compete all'utente di tenersi aggiornato in materia. Anche le disposizioni di sicurezza non citate sono vincolanti.

- Legge federale sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (LSIT), RS 819.1 — UFCL
- Ordinanza sulla sicurezza delle installazioni e degli apparecchi tecnici (OSIT), RS 819.11 — UFCL
- Ordinanza sugli impianti elettrici a corrente forte (Ordinanza sulla corrente forte), RS 734.2 — UFCL
- Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione (OPBT), RS 734.26 — UFCL
- Ordinanza sulla compatibilità elettromagnetica (OCEM), RS 734.5 — UFCL
- Ordinanza concernente la protezione del pubblico delle manifestazioni dagli effetti nocivi degli stimoli sonori e dei raggi laser (Ordinanza sugli stimoli sonori ed i raggi laser), RS 814.49 — UFCL
- Ordinanza relativa ai dispositivi medici (ODmed), RS 812.213 — UFCL
- Apparecchi elettromedicali, Parte 2: Norme particolari per la sicurezza degli apparecchi laser terapeutici e diagnostici, EN 60601-2-22 — ASE SNV
- Sicurezza degli apparecchi laser EN 60825-1 Parte 1: Classificazione delle apparecchiature, prescrizioni e guida per l'utilizzatore, norma sui laser (ampiamente trattata nella pubblicazione Laser Safety di R. Henderson & K.Schulmeister, Taylor & Francis Verlag) — ASE SNV
- IEC 60825-13 Measurements for classification of laser products, solo in inglese — ASE SNV
- IEC 60825-14 A user's guide, sostituzione del capitolo 3 della norma sui laser, solo in inglese — ASE SNV
- Sicurezza degli apparecchi laser, Parte 2: Sicurezza dei sistemi di telecomunicazione a fibre ottiche, EN 60825-2 — ASE SNV
- Sécurité des appareils à laser, Partie 3: Guide pour les manifestations et spectacles utilisant des lasers, secondo la IEC 60825-3 — UFSP UFCL
- Sécurité des appareils à laser, Partie 10: Guide d'application et notes explicatives concernant la CEI 60 825-1, IEC/TR 60 825-10 — ASE SNV
- Direttiva CFSL n. 6509 «Saldatura, taglio e procedimenti affini per la lavorazione dei metalli» — Suva
- Protezione personale degli occhi – Filtri e mezzi di protezione dell'occhio contro radiazioni laser (occhiali per protezione laser), EN 207 — ASE SNV
- Protezione personale degli occhi – Protezione dell'occhio per lavori di regolazione sui laser e sistemi laser (occhiali per regolazione laser), EN 208 — ASE SNV
- Schermi per posti di lavoro in presenza di laser – Requisiti di sicurezza e prove, EN 12254 — ASE SNV
- Direttiva Macchine 2006/42/CE — EICS
- Sicurezza del macchinario – Macchine laser, EN ISO 11553-1 e -2 — ASE SNV
- Acquisto e sicurezza vanno di pari passo, pubblicazione Suva, codice 66084 — Suva
- Valeurs limites d'exposition aux postes de travail, pubblicazione Suva, codice 1903 — Suva

– Utilisation de lasers de forte puissance à des fins médicales et cosmétiques — Swissmedic

9.2 Indirizzi

Tutte le pubblicazioni citate sono disponibili su Internet.

UFCL — Ufficio federale delle costruzioni e della logistica
Distribuzione pubblicazioni
3003 Berna

EICS — Euro Info Center Schweiz
Stampfenbachstrasse 85
Casella postale 492
8035 Zurigo

ASE — Electrosuisse
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf

SNV — Associazione svizzera di normazione
Bürglistrasse 29
8400 Winterthur

Suva — Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
Servizio clienti
Casella postale
6002 Lucerna

9.3 Informazioni

UFSP — Ufficio federale della sanità pubblica
Divisione radioprotezione
3003 Berna

upi — Ufficio svizzero per la prevenzione degli infortuni
Casella postale
3001 Berna

IFICF — Ispettorato federale degli impianti a corrente forte
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf

METAS — Ufficio federale di metrologia e accreditamento
Lindenweg 50
3003 Bern-Wabern

ASE — Electrosuisse
Luppmenstrasse 1
8320 Fehraltorf

Suva — Istituto nazionale svizzero di assicurazione contro gli infortuni
Casella postale
6002 Lucerna

Settore fisica: per gli effetti sull'uomo delle radiazioni accessibili

Settore tecnica: per i dettagli costruttivi delle macchine

Settore industria e artigianato: per le macchine già in uso

Swissmedic — Istituto svizzero per gli agenti terapeutici
Divisione dispositivi medici
3000 Berna 9

Allegato 1

Lista di controllo per l'acquisto di un laser di piccole dimensioni con raggio accessibile

Il venditore dovrà essere sollecitato a risolvere tutti punti con risposta negativa. Se le richieste non saranno soddisfatte, si rinuncierà eventualmente ad acquistare l'apparecchio.

Identificazione

1 Il laser riporta i dati del fabbricante e/o di chi l'ha messo in circolazione, il tipo, il numero di serie, ecc. (targhetta del tipo), in modo che l'identificazione dell'apparecchio sia chiara e univoca?
☐ **sì** ☐ **no**

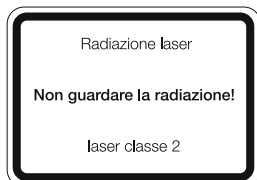
Esempio di una targhetta del tipo

Etichettatura

I laser nascondono dei pericoli poco conosciuti e spesso invisibili. Per questo è stata introdotto **l'etichettatura obbligatoria** che indica, con l'aiuto delle classi laser, il potenziale di rischio e le norme comportamentali da adottare*.

2 Il laser è contrassegnato con almeno un **segnale di pericolo laser**?
☐ **sì** ☐ **no**

Segnale di pericolo laser codice Suva 1729/22

3 Il laser è provvisto di una **targhetta di classificazione** sulla quale è riportata la classe e la relativa dicitura di avvertimento? ☐ **sì** ☐ **no**

Targhetta di classificazione (codice Suva 1729/29.i)

4 Il laser è provvisto della targhetta con i **dati tecnici sul laser**? Dati essenziali:

- lunghezza d'onda
- potenza di radiazione o energia di radiazione con la caratteristica dell'impulso
- dimensione del fascio, ad es. diametro del fascio a 100 mm di distanza (necessario solo per le classi 1M, 2M e 3A)

☐ **sì** ☐ **no**

Dati del laser	EN 60825-1:2001
materiale attivo	He-Ne
lunghezza d'onda	633 nm
durata d'emissione	cw
potenza di radiazione	1mW
energia di radiazione	–

Targhetta dei dati tecnici codice Suva 1729/31.i

5 Per i fasci laser invisibili è presente la targhetta con la dicitura «**radiazione laser invisibile**»?
☐ **sì** ☐ **no**

Istruzioni per l'uso

6 Con il laser è stato fornito un manuale d'uso completo che è a portata di mano del personale?
☐ **sì** ☐ **no**

Un manuale d'uso completo include, a seconda del tipo di laser, le istruzioni per l'uso, le prescrizioni di sicurezza e le regole per l'installazione e la manutenzione.

Dichiarazione di conformità

7 Il fabbricante o il venditore hanno fornito una dichiarazione di conformità per i laser costruiti dal 1997 in poi?
☐ **sì** ☐ **no**

* I dati del laser devono sempre essere contenuti nelle istruzioni per l'uso. A partire dalla classe 2 essi devono essere apposti anche sull'apparecchio. Per i laser di pic-cole dimensioni le targhette possono essere allegate alla documentazione per l'utilizza-tore o applicate sull'imballaggio.

Allegato 2
Esempio di una valutazione del rischio

Valutazione del rischio

Tipo di esercizio:
normale (1), particolare (2,3)

Macchina: laser per la saldatura di piccoli pezzi

Sistema parziale: laser Nd-YAG di elevata potenza

Gravità della lesione (G)
I Decesso
II Lesioni permanenti gravi
III Lesioni permanenti lievi
IV Lesioni guaribili con assenza dal lavoro
V Lesioni guaribili senza assenza dal lavoro

Probabilità (P)
A Frequente
B Occasionale
C Rara
D Improbabile
E Quasi impossibile

Visto: mlb/ALP
Data: 09.09.2005

N.	Descrizione del tipo di esercizio	N.	Situazione di pericolo		N.	Causa	Evento	Rischio		Obiettivo	N.	Misure	Rischi residui		Indicazioni
			Pericolo	Persone nella zona di pericolo				G	P				G	P	
1	Saldatura	1.1	Lesioni agli occhi, in particolare alla retina provocate, dai raggi invisibili	Operatore e terze persone	1.1.1	Laser Nd-YAG di elevata potenza	Lesioni retiniche provocate da radiazioni diffuse invisibili, in parte inavvertite e/ o danni seri alla vista dovuti a radiazioni laser vaganti.	II-III	C	Il raggio laser non deve nuocere alle persone.	1.1.1.1	Finché la cuffia di protezione è aperta, il raggio laser non può raggiungere l'ottica di saldatura.	II-III	D	Bisogna montare tutte le pareti di protezione rimovibili. Bisogna chiudere tutte le aperture di alimentazione. Bisogna attivare tutti gli interruttori di controllo. È consentito osservare la fase di saldatura solo attraverso il filtro di protezione.
2	Inserimento ed estrazione pezzo	2.1	Vedi sopra	Vedi sopra	2.1.1	Vedi sopra	Vedi sopra	II-III	D	Vedi sopra	2.1.1.1	Il raggio laser può raggiungere l'ottica di saldatura solo se tutte le aperture di alimentazione sono chiuse.		E	Nessuna
3	Regolazione componenti laser	3.1	Vedi sopra	Tecnico manutentore	3.1.1	Vedi sopra	Vedi sopra	II-III	B	Vedi sopra	3.1.1.1	Indossare gli occhiali di protezione laser; vietare l'accesso a terze persone; coprire tutte le finestre.		E	L'allineamento è consentito solo da parte di personale formato e qualificato; autorizzazione tramite attestato di formazione di colui che ha messo in commercio l'apparecchio e della direzione aziendale.

Allegato 3
Requisiti per un laboratorio laser

Definizioni

- **Zona laser controllata:**
  zona dove la presenza e l'attività delle persone al suo interno sono regolate da apposite procedure di controllo e sottoposte a sorveglianza al fine della protezione dai rischi di radiazione.
  (Norma EN 60825-1:2003, punto 3.41)
- **Zona nominale di rischio oculare (ZNRO):**
  zona all'interno della quale l'esposizione energica supera l'esposizione massima permessa (EMP), appropriata per la cornea. In questa zona il fascio può essere accidentalmente inviato in direzione sbagliata (norma EN 60825-1:2003, punto 3.59).
- **Radiazione laser vagante:**
  radiazione laser che devia dalla traiettoria prevista del fascio. Tale radiazione include le riflessioni secondarie impreviste da parte di componenti ottici sul percorso del fascio, la radiazione deviata da componenti disallineati o danneggiati e le riflessioni da un pezzo in lavorazione (norma EN 60825-1:2003 punto 3.31).
- **Utilizzatore:**
  Le apparecchiature laser di classe 3B e 4 vengono solitamente impiegate negli ambulatori medici, negli ospedali, negli istituti di ricerca e nelle aziende dei settori industria e artigianato.

Obiettivo di sicurezza

L'utilizzatore di apparecchi laser deve adottare adeguate misure affinché nessuno venga esposto a radiazioni superiori ai valori di esposizione massima permessa (EMP) in base alla norma sui laser EN 60825-1, 2002 (tabella 6).

Delimitazione e sorveglianza della zona nominale di rischio oculare (ZNRO)

La protezione è garantita solo se le zone laser sono delimitate architettonicamente e sorvegliate in modo tale da essere accessibili solo al personale autorizzato e dotato del necessario equipaggiamento. In caso di eventi imprevisti, i soccorritori (pompieri, personale sanitario, ecc.) devono poter accedere all'area di lavoro in qualsiasi momento e senza correre pericoli. Per esempio, all'entrata si può installare una teca in vetro piombata con chiave e interruttore di arresto di emergenza. Se è indispensabile indossare gli occhiali di protezione laser prima di accedere alla zona delimitata, all'entrata dovrà essere prevista un'anticamera. Se ci sono pareti, porte e finestre trasparenti, queste devono essere coperte con materiale adeguato. Se la copertura è assicurata da tende mobili, il meccanismo di chiusura deve essere collegato al circuito di sicurezza del laser. Il materiale impiegato è ritenuto idoneo solo se è stato testato in base alla norma EN 12254 e/o EN 60825-4.
In mancanza di un certificato esterno, è possibile eseguire l'autocertificazione. In questo caso è sufficiente verificare che il materiale sia idoneo nella situazione specifica. Materiali che soddisfano gli obbiettivi di sicurezza in una situazione specifica non devono essere impiegati per altre situazioni non conosciute. I materiali così testati (per esempio pellicole adesive o tende a lamelle in PVC) non devono essere ceduti ad altri utilizzatori. La procedura di certificazione deve essere messa per iscritto e riportare l'indicazione del luogo, la data e la firma della persona responsabile del test. Il certificato è parte integrante del piano di sicurezza e deve essere esibito tutte le volte che l'organo di esecuzione per la sicurezza sul lavoro ne fa richiesta.

Requisiti e misure di protezione più importanti

- **Segnaletica:** la zona laser e l'accesso a questa area devono essere segnalati allo stesso modo delle corrispondenti apparecchiature. Sugli accessi alle aree o sugli involucri di protezione che contengono apparecchi laser di classe 3B e classe 4 devono essere affissi segnali di pericolo (EN 60825-1, 2003 – punto 10.5: segnali di pericolo laser; – punto 5.9: targhette per i pannelli di accesso);
- **Comandi:** ogni apparecchio laser deve avere i comandi posizionati in modo da poter essere azionati senza correre alcun rischio; i comandi devono essere disposti in modo da non esporre l'utilizzatore ai raggi laser;
- **Visualizzazione dello stato di esercizio:** se la situazione richiede l'uso di un dispositivo di protezione individuale, lo stato pericoloso di un'apparecchiatura laser deve essere riconoscibile ancor prima di accedere all'area laser;
- **Direzione del fascio:** quando possibile, l'intero percorso del fascio deve essere chiuso o schermato. Anche la zona di impatto deve essere schermata in modo da limitare al minimo la fuoriuscita di raggi diffusi. A causa del pericolo d'incendio, con le apparecchiature laser di classe 4 sono ammesse solo installazioni fisse. Il laser e tutti gli elementi ottici devono essere fissati in modo da evitare il loro spostamento o ribaltamento accidentale;
- **Illuminazione:** è necessario disporre di una buona illuminazione perché sovente gli occhiali di protezione attenuano anche la luce visibile. È consigliabile installare un regolatore di luminosità per oscurare sufficientemente il locale durante le operazioni di allineamento;
- **Vie di fuga:** le apparecchiature presenti nella zona laser devono essere realizzate in modo da consentire in qualsiasi momento la fuga in caso di necessità. Le condutture di rete, dell'acqua e le linee di misurazione devono essere fatte passare nella parte alta dei locali di lavoro. Oggetti che non fanno parte all'apparecchiatura laser, specialmente se infiammabili, non devono essere collocati nell'area laser.

In seguito sono citate le regole precauzionali più importanti contenute nella terza parte della norma sui laser EN 60825-1 (la terza parte della norma è stata sostituita nel 2004 dalla norma IEC 60825-14, che però esiste solo in inglese).

■ **Apparecchi laser della classe 3B**
I laser di classe 3B sono potenzialmente pericolosi nel caso in cui un fascio diretto o una riflessione speculare vengano osservati direttamente da un occhio non protetto. Le seguenti precauzioni devono essere adottate per evitare una tale situazione e per controllare le riflessioni.

a) Il laser deve essere messo in funzione solo in un'area controllata
b) Si deve prestare particolare attenzione per prevenire riflessioni speculari non intenzionali
c) Il fascio del laser deve terminare il suo percorso utile, se possibile, su di un materiale diffusore di colore e riflettività tali da permettere il posizionamento del fascio minimizzando i rischi di riflessione
d) Occhiali protettori sono richiesti se vi è una qualsiasi possibilità di osservare il fascio diretto o riflesso specularmente oppure una riflessione diffusa non conforme alle condizioni del punto c)
e) Gli accessi alle aree devono essere contrassegnati con segnali di pericolo laser (punto 12.5.2).

■ **Apparecchi laser di classe 4**
Gli apparecchi di classe 4 possono provocare lesioni sia con il fascio diretto, sia con le sue riflessioni speculari che con quelle diffuse.
Essi rappresentano anche un potenziale pericolo di incendio. Le misure seguenti, in aggiunta a quelle indicate al punto 12.5.2, conseguono il fine di minimizzare tali rischi:

a) La traiettoria del fascio deve essere, quando possibile, sempre racchiusa. L'accesso alle aree durante il funzionamento del laser deve essere limitato alle persone che indossano protezioni oculari e indumenti protettivi adeguati al laser. La traiettoria del fascio deve, quando possibile, evitare la zona di lavoro e tutte le schermature (per esempio tubi) devono essere montate in modo che l'espansione termica, le vibrazioni o altri agenti non influenzino l'allineamento dei componenti ottici che dirigono il fascio.
b) I laser di classe 4 devono essere fatti funzionare, se possibile, con un comando a distanza, eliminando così la necessità per il personale di trattenersi nell'area del laser.
c) Una buona illuminazione dei locali è importante nelle aree in cui si portano occhiali protettori per laser. Pareti di colore chiaro, opaco aiutano a realizzare le condizioni di luce adatte.
d) Tra i pericoli potenziali indotti dalla radiazione laser di classe 4 ci sono gli spostamenti di componenti ottici provacati dal calore e la conseguente perforazione delle schermature del fascio, con il pericolo di provocare incendi. Si deve prevedere un adeguato dispositivo di arresto del fascio, per esempio un bersaglio metallico o di grafite adeguatamente raffreddato. Fasci di potenza molto alta possono essere controllati con riflessioni multiple, dove ogni superficie riflettente devia il raggio in modo da disperderne l'energia su di un'ampia superficie.
e) Speciali precauzioni possono essere necessarie per impedire riflessioni indesiderate di raggi dell'infrarosso lontano (invisibili). Sia il fascio che l'area di bersaglio devono essere circondati da materiale impenetrabile per queste lunghezze d'onda (attenzione: la lunghezza d'onda di 10,6 µm del laser CO_2 viene riflessa specularmente anche da superfici metalliche opache). Schermi locali saranno impiegati, se possibile, per ridurre il livello di radiazione diffusa. L'allineamento dei componenti ottici nella traiettoria di un laser di classe 4 deve essere verificato all'inizio e poi controllato periodicamente (punto 12.5.3).

Allegato 4
Lista di controllo per l'esecuzione periodica di audit di sicurezza

L'elenco seguente aiuta a creare una propria lista di controllo, da utilizzare per le verifiche periodiche:

- Condizioni dell'area laser:
  – delimitazione
  – controllo degli accessi
- Spia di segnalazione dello stato di funzione del laser (raggio acceso o spento!)
- Integrità delle porte e finestre vetrate
- Funzionamento dei dispositivi di arresto d'emergenza
- Funzionamento dei circuiti di controllo
- Protezioni contro l'alta tensione
- Dispositivo di arresto del fascio
- Barriere di protezione del fascio laser
- Nessun raggio aperto all'altezza degli occhi
- Nessun oggetto inutile e/o riflettente
- Nessun liquido e oggetto infiammabile
- Nessun posto di lavoro non legato al progetto laser
- Estintori
- Vie di fuga
- Eliminare ostacoli, intralci
- Protezioni contro punti pericolosi per la testa
- Protezioni contro movimenti relativi (punti di schiacciamento)
- Mettere in sicurezza le bombole di gas
- Funzionamento delle cappe di aspirazione delle sostanze tossiche.

Allegato 5
Controlli della vista a scopo preventivo

Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

Nella protezione da radiazioni nocive (cfr. art. 45 OPI) è necessario distinguere tra radiazioni ionizzanti e radiazioni non ionizzanti. Tra le radiazioni ionizzanti ricordiamo i raggi X e le radiazioni di origine nucleare. Radiazioni non ionizzanti sono le onde radio e le microonde, i raggi infrarossi e ultravioletti, l'elettrosmog, i campi magnetici ed elettromagnetici, nonché i laser.

Quando sono pericolosi i raggi laser?

Le fonti classiche di radiazioni emettono un campo che si estende nello spazio. Il raggio laser invece è estremamente concentrato e ha un'intensità di potenza elevata.

Vicino a una fonte di radiazioni «classica» si è sempre esposti a una dose di radiazione, mentre vicino a un laser si è irradiati solo se si entra nel fascio concentrato.
In questo caso, i danni subiti sono immediatamente visibili. Non si conoscono effetti tardivi, dovuti all'accumulazione di esposizioni inconsapevoli.

Nell'uso di laser di elevata potenza, appartenenti alle classi 3B e 4, con una lunghezza d'onda compresa tra 400 nm e 1400 nm, la parte del corpo maggiormente esposta sono gli occhi. Infatti il cristallino focalizza ulteriormente il raggio già concentrato del laser. Le lesioni alla retina sono particolarmente gravi perchè le cellule sensoriali distrutte non possono più rigenerarsi.

Raccomandazione

Secondo gli specialisti anche la retina subisce un processo d'invecchiamento. Per questo motivo una lesione retinica conseguente a un'esposizione non è più distinguibile, già dopo breve tempo, da un danno di altra natura, ad es. dovuto ad invecchiamento o infiammazione. Per questo motivo gli esami oculistici preventivi possono essere problematici, in quanto se si riscontra un peggioramento della vista si tende ad imputarlo ad un'esposizione inconsapevole a raggi laser piuttosto che al normale processo di invecchiamento.

Pertanto:

- dopo un'esposizione a un raggio laser è importante rivolgersi al più presto a un oculista
- non occorre effettuare controlli preventivi della vista

Definizione di infortunio

Gli effetti sul corpo umano sono
- immediati
- dannosi
- inusuali
- non intenzionali
- esterni